نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۲۴-۱۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 13-24
ISSN: 2008 - 4730

مقاله پژوهشی

تأثیر طیف‌های نوری مختلف بر کیفیت و ویژگی‌های مورفولوژیکی و فتوسنتزی گل آنتوریوم (*Anthurium andraeanum*) در شرایط انبار سرد

زهرا فلاحی[1]- ساسان علی نیائی فرد[2]*- مصطفی عرب[3]- شیرین دیانتی دیلمی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲۷

چکیده

نگهداری گیاهان گرمسیری ازجمله گل شاخه بریده‌ی آنتوریوم در دوره پس از برداشت در دمای زیر ۱۲ درجه سانتی‌گراد منجر به ایجاد آسیب سرمازدگی، کاهش کیفیت و عمر گلجایی می‌گردد. استفاده از روشی عملی جهت کاهش میزان خسارت سرمازدگی در گل شاخه بریده آنتوریوم ضروری می‌باشد. در پژوهش حاضر تاثیر طیف‌های مختلف نوری (آبی، تاریکی، سفید، قرمز، ترکیب آبی-قرمز) بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فتوسنتزی و عمر گلجایی گل شاخه بریده آنتوریوم در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفت. پژوهش به‌صورت فاکتوریل در شش تکرار بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد که میزان تغییر زاویه اسپات و کاهش سطح اسپات در دو رقم آنتوریوم ('Angel' با اسپات سفید و 'Calore' با اسپات قرمزرنگ) در نور قرمز در کم‌ترین میزان مشاهده شد. عمر گلجایی تحت تاثیر برهمکنش رقم × طیف نور قرار گرفت و در هر دو رقم بالاترین طول عمر مربوط به نور قرمز بود. اسپات‌های گل آنتوریوم فاقد کلروفیل بوده و هیچ فلئورسنسی در سطح اسپات مشاهده نشد؛ اما دمگل عملکرد فتوسیستم II را نشان داد. با توجه به ارزیابی‌های انجام شده، فتوسنتز نقشی در حفظ کیفیت و طویل نمودن عمر گلجایی گل شاخه بریده آنتوریوم ندارد. عمر گلجایی رابطه مثبتی با شاخص‌های مورفولوژیکی مانند سطح اسپات و رابطه منفی با تغییر زاویه اسپات دارد. درنتیجه استفاده از فناوری نوری می‌تواند در زمینه نگهداری از گل‌های شاخه بریده در مرحله پس از برداشت، در حین جابه‌جایی و یا نگهداری در سطح خرده‌فروشی مؤثر باشد که در این پژوهش استفاده از نور قرمز جهت حفظ کیفیت و طویل نمودن عمر گلجایی گل شاخه بریده آنتوریوم در شرایط دمای پائین مؤثر شناخته‌شده و توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بازارپسندی، خسارت سرمازدگی، سازه نوری، گل شاخه بریده، عمر پس از برداشت

مقدمه

یکی از مشکلات اصلی محصولات گرمسیری و نیمه گرمسیری در دوره پس از برداشت حساسیت آن‌ها به دمای پایین می‌باشد که منجر به ایجاد آسیب سرمازدگی می‌شود. آسیب سرمازدگی انبارمانی این محصولات را محدود کرده و منجر به کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در کیفیت محصول می‌گردد (۳۱). آنتوریوم از جمله گیاهان گرمسیری می‌باشد و دمای نگهداری پس از برداشت آن باید بالای ۱۲ درجه سانتی‌گراد باشد و در دمای کم‌تر از ۱۲ درجه دچار آسیب سرمازدگی می‌شود. نشانه‌های آسیب سرما عموما در تغییر رنگ اسپات بروز می یابند. تغییر رنگ اسپات در اثر سرمازدگی به رنگ اولیه آن بستگی دارد. به عنوان مثال ارقام با اسپات سفید غالبا قهوه‌ای رنگ می‌شوند و ارقام با اسپات قرمز رنگ، درخشش و رنگ اولیه خود را از دست می‌دهند (۱۸). از دیگر نشانه‌های سرمازدگی آنتوریوم می‌توان به پژمردگی اسپادیکس و قهوه‌ای شدن اسپات اشاره کرد (۱۸). گل‌های آنتوریوم دارای طول عمر بالا هستند (یک هفته تا چندین هفته بسته به رقم) (۱۰)، با این وجود انبارداری، حمل و نقل و توزیع آنتوریوم در دمای پایین سبب بروز نشانه‌های سرمازدگی در اسپات آن می‌شود (۱۸). این امر موجب شده است که برعکس سایر گلهای شاخه بریده که دمای خنک برای حفظ کیفیت آنها در مرحله پس از برداشت در نظر گرفته می‌شود تولیدکنندگان آنتوریوم این گل را بلافاصله پس از برداشت به گرمخانه جهت انبار و انتقال به بازار انتقال دهند که باعث شده است که این گل جدا از گل‌های دیگر در مرحله پس از برداشت قرار گیرد.

نور به عنوان یکی از پارامترهای محیطی مهم منبع نامحدودی از انرژی را برای گیاه فراهم می‌آورد. قرار گرفتن بافت‌های گیاهی در

۱، ۲، ۳ و ۴- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیاران گروه باغبانی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: aliniaeifard@ut.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2021.60521.0

معرض طیف‌های مختلف نور، فرآیندها و کیفیت قسمت‌های مختلف گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۹ و ۲۸). نور فرآیندهای مختلف گیاهی نظیر تولید و حرکت کلروپلاست، باز و بسته شدن روزنه، فتوسنتز، سنتز رنگدانه‌ها و پتانسیل اکسیداسیون احیا گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۲). تغییر در کیفیت نور به طور عمده بر پارامترهایی همچون آناتومی، فیزیولوژی، مورفولوژی و بیوشیمی گیاه تاثیرگذار است (۶). نور خورشید بیش‌ترین تابش را در محدوده‌ی قابل رویت یعنی طول موج بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر دارد. کیفیت، شدت و مدت زمان نورهای مختلف در محدوده قابل رویت اثر به سزایی در رشد و توسعه گیاهان دارند. لامپ‌های ال ای دی[1] منابعی با طول عمر بالا و با دوام برای تامین نور هستند که در انواع مختلفی وجود داشته و در محیطهای مختلفی نظیر محیطهای رشد کنترل شده، کشت بافت و همچنین به عنوان نور مکمل در گلخانه‌ها استفاده می شوند. اثر لامپ‌های ال ای دی و طیف‌های نوری پیشتر بر روی رشد گیاهان نشان داده شده است (۱۴) و امروزه در بسیاری از گلخانه‌های رز در کشورهایی مثل هلند از نور مکمل در فصل پاییز و زمستان استفاده می‌شود که کاربرد آن سبب افزایش رشد و تولید و همچنین بهبود کیفیت در گل‌ها می‌شود (۱۵).

استفاده از لامپ‌های ال ای دی می‌تواند با تجمع ترکیبات فرار بر عطر و طعم میوه‌ها و گل‌ها موثر باشد. اما در بسیاری از موارد نور در طی مراحل پس از برداشت کنترل نمی‌شود و انبار سازی محصولات در تاریکی و یا نور کنترل نشده انجام می‌گردد که همین موضوع سبب تسریع فرآیند پیری می‌شود (۴ و ۲۳).

استفاده از ویژگی‌های مختلف نور در مرحله پس از برداشت تاکنون برای گل‌های شاخه بریده صورت نگرفته است. پیدا کردن روشی عملی برای کاهش میزان خسارت سرمازدگی در گل شاخه بریده آنتوریوم نکته‌ای بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در پژوهش حاضر تاثیر طیف‌های مختلف نور بر خصوصیات مورفولوژیک، عمر گلجایی و خصوصیات بیوفیزیک فتوسنتز گل شاخه بریده آنتوریوم در شرایط انبار سرد، در مرحله پس از برداشت مورد بررسی قرار گرفت تا مشخص شود که آیا طیف‌های مختلف نور نقشی در حفظ کیفیت گل در مرحله پس از برداشت دارند. همچنین از آنجائی که گل آنتوریوم در واقع برگ تغییر شکل یافته می‌باشد پتانسیل فتوسنتزی این گل نیز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

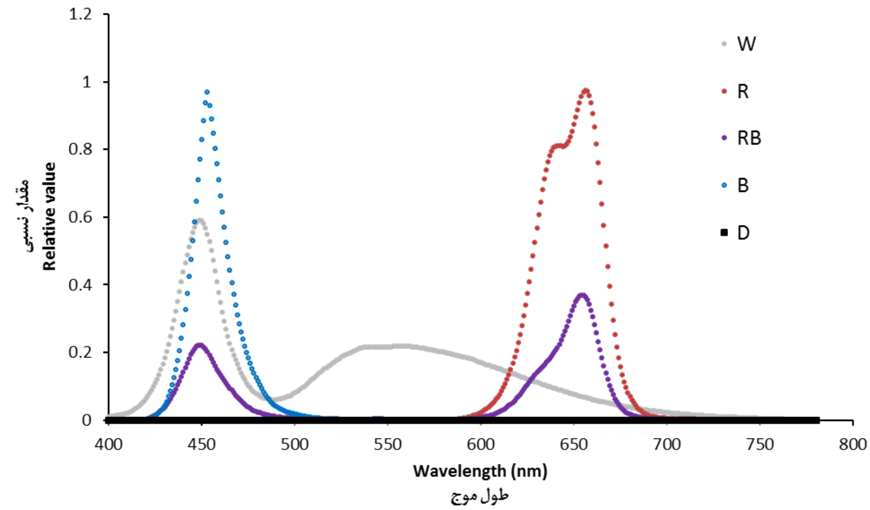
گل‌ها و تیمارهای نوری

ارقام آنتوریوم *Anthurium andraeanum* با اسپات سفید رنگ ('Angel') و قرمز ('Calore') از گلخانه تجاری آنتوریوم، در ابتدای صبح تهیه شدند. گل شاخه بریده آنتوریوم در صبح زود و زمانی‌که ۴۰-۵۰ درصد گل‌های اسپادیکس به طور کامل باز شده بودند، برداشت شدند. در گلخانه، گل‌های بدون نقص و خراش با ساقه‌ای مستقیم انتخاب شدند (۱۱) و سپس در لوله‌های ۵۰ میلی‌لیتر حاوی آب قرار داده شدند. گل‌ها بلافاصله (در کم‌تر از یک ساعت در دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد) به آزمایشگاه منتقل گردیده و ساقه‌ی گل از ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری برش داده شد. سپس هر گل در فلاسک‌های بسته حاوی ۵۰۰ میلی لیتر آب قرار گرفت که هر فلاسک دارای یک سوراخ کوچک در بالای آن، برای قرار دادن ساقه گل بود. ۶۰ فلاسک حاوی گل شاخه بریده (۳۰ گل از هر رقم) به داخل اتاقک هایی با اندازه یکسان (طول × عرض × ارتفاع = ۰/۸ × ۰/۵ × ۰/۵) تعبیه شده در سردخانه‌ای که دارای سیستم اتوماتیک کنترل اقلیم بود (رطوبت نسبی ۸۵-۸۰ درصد و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند. در سقف هر کدام از اتاقک‌های مورد آزمایش لامپ‌های ال.ای.دی مختص آن تیمار نصب شد، به گونه‌ای که تمام تیمارها دارای شدت نور یکنواخت باشند و برای جلوگیری از تداخل نوری هر کدام از اتاقک‌ها با استفاده از ورقه‌های آلومینیوم ایزوله شده بودند. تیمارهای نوری در این آزمایش شامل طیف‌های نوری مختلف از جمله: نور قرمز (R، ۶۸۰-۶۳۰ نانومتر)، نور آبی (R، ۴۸۰-۴۲۰ نانومتر)، ترکیب قرمز و آبی (هفتاد درصد به سی درصد) (R:B,70:30, 620-680 nm, 420-480 nm) (R:B، ۶۸۰-۶۳۰ نانومتر: ۴۸۰-۴۲۰ نانومتر)، نور سفید (R، ۷۰۰-۴۰۰ نانومتر)، نور آبی (R، ۴۸۰-۴۲۰ نانومتر) با استفاده از لامپ‌های گرولایت ال.ای.دی (پرتو رشد نوین، تهران، ایران) و تاریکی بودند که با هر کدام از گل‌ها فاصله‌ی ده سانتی‌متری داشتند. طیف نوری هر کدام از تیمارها در شکل ۱ نشان داده شده است. جهت اطمینان از شدت و طیف نور در تیمارهای مختلف شدت نور با استفاده از پارامتر و طول موج نوری با دستگاه اسپکترومستر (Spectromaster SEKONIC C-7000) تایید شد. شدت نور در همه تیمارها روی ۱۲۵ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه ثابت شدند.

اندازه‌گیری ویژگی‌های ظاهری و طول عمر

ویژگی‌های ظاهری گل‌ها مانند: میزان سرمازدگی، ایجاد نقاط قهوه‌ای در روی اسپات و اسپادیکس، میزان قهوه‌ای شدن ساقه، خمیدگی ساقه، میزان رنگ پریدگی اسپات، کاهش درخشندگی با استفاده از نمره‌دهی (۱= بدون آسیب، ۲= متوسط با ۱تا۲۰ درصد آسیب، ۳= میانه با ۲۱تا۵۰ درصد آسیب، ۴= شدید با ۵۱ تا۸۰ درصد آسیب، ۵= خیلی شدید با ۸۱تا۱۰۰ درصد آسیب)، تحت عنوان شاخص قهوه‌ای شدن گزارش و عکسبرداری شدند (۱۸).

1- Light emitting diode (LED)



شکل ۱- طیف‌های نوری استفاده شده در آزمایش

Figure 1- The used light spectra in the experiment

در نهایت طول عمر پس از برداشت بر اساس تعداد روزهایی که خسارت وارد شده و مانع از زیبایی گل‌ها شده، سنجیده شد (۱۷). ویژگی‌های ظاهری مانند ضخامت اسپات و طول اسپادیکس با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شدند تا درنهایت میزان ارتباط این ویژگی‌ها با طول عمر بررسی شود. میزان خم شدگی ساقه نیز به طور روزانه و با استفاده از نرم افزار زاویه سنج (Angel meter) بر حسب درجه خمیدگی اندازه‌گیری و ثبت شد. سطح اسپات در روز چهاردهم بعد از اعمال تیمارها توسط عکسبرداری و سپس با استفاده از نرم‌افزار آنالیز تصاویر (ImageJ, Bethesda, MD, USA) و بر حسب سانتی متر مربع اندازه‌گیری شد.

ارزیابی فتوسنتز در اسپات و ساقه

از آن‌جایی که گل آنتوریوم شامل یک برگ تغییر شکل یافته (اسپات) می‌باشد، برای اندازه‌گیری ویژگی‌های مرتبط با فتوسنتز، خصوصیات فلئورسنس کلروفیل با استفاده از دستگاه فلئورپن[1] ارزیابی شدند. برای این منظور ابتدا گل‌های درون هر اتاقک، با توجه به پروتکل دستگاه فلئورپن به‌مدت بیست دقیقه در تاریکی قرار گرفتند تا به این شرایط سازگار شوند. پس از سازگاری در تاریکی، اسپات و ساقه آن بلافاصله برای اندازه‌گیری حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm) و نرخ کاهش فلئورسنس با دستگاه فلئورکم بررسی شدند. اطلاعات ذخیره شده دستگاه در زمان اندازه‌گیری استخراج شده و با نرم افزار فلئورپن تجزیه و تحلیل گردید.

تصویربرداری در تاریکی با استفاده از فلش‌های کوتاه مدت انجام شد. در انتهای فلش‌های کوتاه، نمونه‌ها با یک پالس اشباع (سه هزار و ۹۰۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) مواجه شدند که منجر به اشباع ناپایدار فوتوشیمیایی شده و گیرنده‌های اولیه فتوسیستم II را کاهش می‌دهد (۸). پس از رسیدن به حالت پایدار فلورسنس دو گروه میانگین داده‌ها آنالیز و بر صفحه رایانه نمایش داده شدند. گروه اول مربوط به اندازه‌گیری‌های تحت تأثیر فلش‌های کوتاه در تاریکی است که با F0 مشخص شده و دسته‌ی دوم که با Fm نشان داده می‌شود، مربوط به اندازه‌گیری نور اشباع است. از این دو داده میزان Fv توسط فرمول (Fm-F0) و Fv/Fm توسط فرمول (Fm-F0/Fm) محاسبه شدند.

برای اندازه‌گیری نسبت کاهش فلئورسنس (Fluorescence decline ratio; Rfd) که غالبا برای ارزیابی زنده‌مانی گیاه تحت شرایط تنش مورد استفاده قرار می‌گیرد، از پروتکل القای آهسته فلئورسنس کلروفیلی استفاده شد. برای این منظور بعد از انجام مراحلی که در قسمت قبل توضیح داده شد، نمونه‌ها در شرایط روشنایی در زیر قسمت عکسبرداری دستگاه فلئورکم (Photon Systems Instruments, PSI, Czech Republic) قرار گرفتند که باعث افزایش ناگهانی در مقدار فلئورسنس می‌شد (Fp) و بعد از آن مقدار فلئورسنس کاهش می‌یابد تا به حالت پایداری در شرایط نور برسد (Ft). Rfd از طریق فرمول (Rfd=(FP - Ft) / FP) محاسبه شد.

آنالیز آماری

آزمایش‌های مربوطه با ۶ تکرار و طرح آزمایشی به صورت

1- FluorPen

فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا شد و تجزیه داده‌ها توسط برنامه‌ی GraphPad Prism نسخه ۷/۰۱ و مقایسات میانگین با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد و یا کوچک‌تر صورت گرفت.

نتایج و بحث

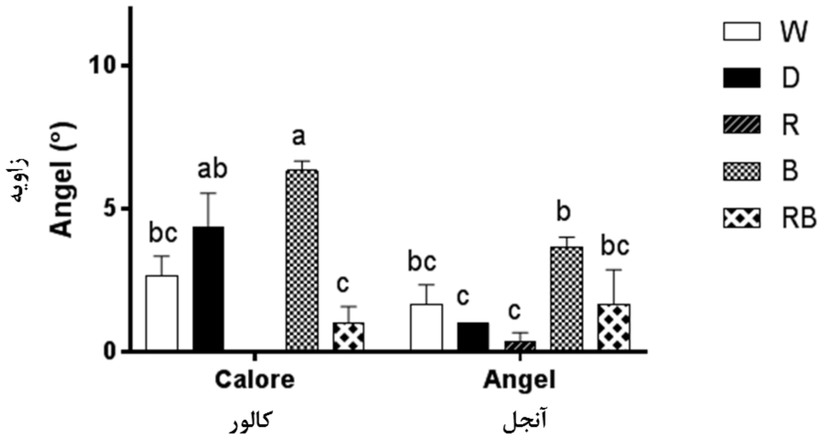
ویژگی‌های ظاهری

در این آزمایش میزان تغییر زاویه دمگل به صورت روزانه اندازه گیری شد که در شکل ۲ نمونه‌ای از میزان تغییر زاویه اسپات به استناد آورده شده است. با توجه به میزان تغییرات خمیدگی در طی انجام آزمایش، نتایج در روز هفتم و چهاردهم گزارش شده است. در روز هفتم و چهاردهم، برهمکنش رقم × طیف نور در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. با توجه به شکل ۳ در روز هفتم در مورد رقم 'Calore'، تحت نور قرمز هیچ تغییر زاویه‌ای مشاهده نشده است. بیش‌ترین میزان تغییر زاویه اسپات گل در رقم 'Calore' به ترتیب در نور آبی، تاریکی، نور سفید و در نهایت ترکیب آبی و قرمز می‌باشد. در مورد رقم 'Angel' نیز کمترین میزان تغییر زاویه اسپات گل در نور قرمز در مقایسه با میانگین مابقی تیمارها مشاهده شد. بر اساس نمودار بیش‌ترین درجه خمیدگی در رقم 'Angel' به ترتیب مربوط به نورآبی، سفید، ترکیب آبی و قرمز، تاریکی و در نهایت نور قرمز می باشد، اما در این رقم تنها نور آبی اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای نوری داشت. مقدار خمیدگی تحت طیف نور آبی و تاریکی در رقم 'Calore' بیشتر از رقم 'Angel' بود (شکل ۳).



شکل ۲- تغییر زاویه دمگل در گل شاخه بریده آنتوریوم در فاصله بین روز اول تا چهاردهم آزمایش

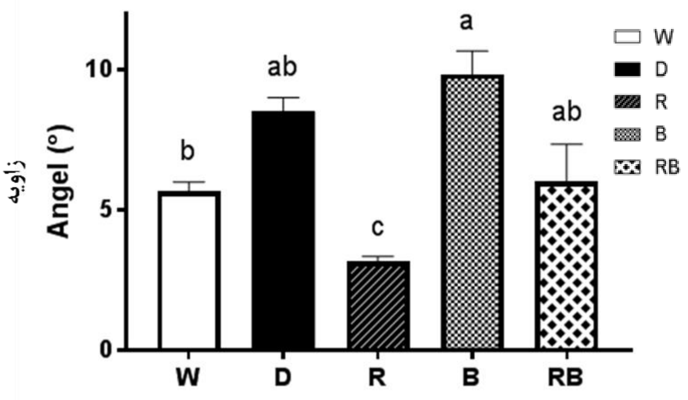
Figure 2- The change in the peduncle angle in anthurium cut flower from the first day of experiment to the 14th day



شکل ۳- زاویه دمگل بعد از هفت روز قرارگیری در انبار سرد در رقم سفید ('Angel') و رقم قرمز ('Calore') گل شاخه بریده آنتوریوم در تیمارهای نوری مختلف- ▭ تیمار نور سفید- ■ تیمار تاریکی- ▨ تیمار نور قرمز- ▩ تیمار نور آبی- ⊠ تیمار ترکیب نور آبی و قرمز. با استفاده از آزمون دانکن، $p \leq 0.05$

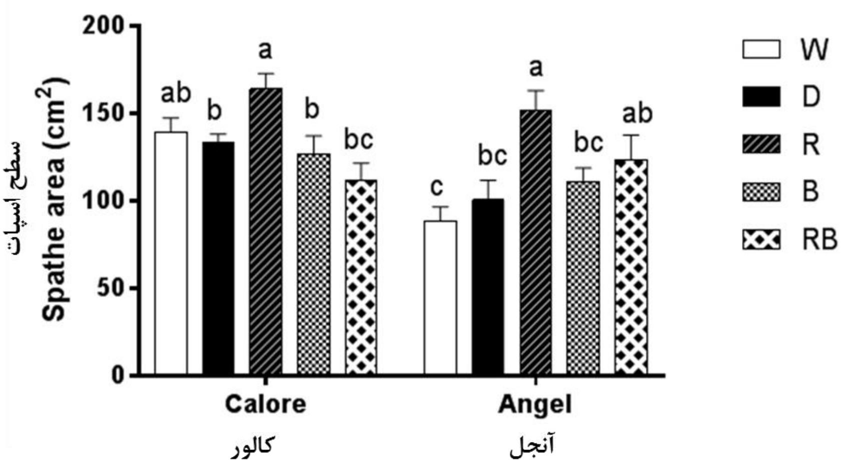
Figure 3- Peduncle angel after seven days exposure to cold storage in white (Angel) and red (Calore) cultivars of anthurium cut flowers under different light spectra – White (W)– Dark (D)– Red (R)– Blue (B)–Combination of red and blue (RB). (Duncan's multiple range test, $p \leq 0.05$)

همچنین در شکل ۴ میزان تغییر زاویه دمگل، چهارده روز پس از آزمایش آورده شده است. در چهارده روز پس از برداشت گل اختلاف بسیار معنی‌داری ($p≤0.0001$) در میزان خمیدگی دمگل بین طیف های مختلف نوری مشاهده شد. اسپات‌های قرار گرفته به‌ترتیب تحت تیمار نور آبی، تاریکی و آبی-قرمز بیشترین خمیدگی را از خود نشان دادند. کم‌ترین تغییر درجه خمیدگی مربوط به اسپات‌هایی بود که تحت نور قرمز قرار گرفته بودند.



شکل ٤- زاویه دمگل بعد از چهارده روز قرارگیری در انبار سرد برای گل شاخه بریده آنتوریوم در تیمارهای نوری مختلف- ▭ تیمار نور سفید- ■ تیمار تاریکی- ▨ تیمار نور قرمز- ▩ تیمار نور آبی- ⊠ تیمار ترکیب نور آبی و قرمز. با استفاده از آزمون دانکن، $p≤0.05$

Figure 4- Peduncle angel after 14 days exposure to cold storage for anthurium cut flowers under different light spectra – White (W) – Dark (D)– Red (R)– Blue (B)–Combination of red and blue (RB). (Duncan's multiple range test, $p≤0.05$).



شکل ٥- سطح اسپات بعد از چهارده روز قرارگیری در انبار سرد در رقم سفید (Angel) و رقم قرمز (Calore) گل شاخه بریده آنتوریوم در تیمارهای نوری مختلف- ▭ تیمار نور سفید- ■ تیمار تاریکی- ▨ تیمار نور قرمز- ▩ تیمار نور آبی- ⊠ تیمار ترکیب نور آبی و قرمز. با استفاده از آزمون دانکن، $p≤0.05$

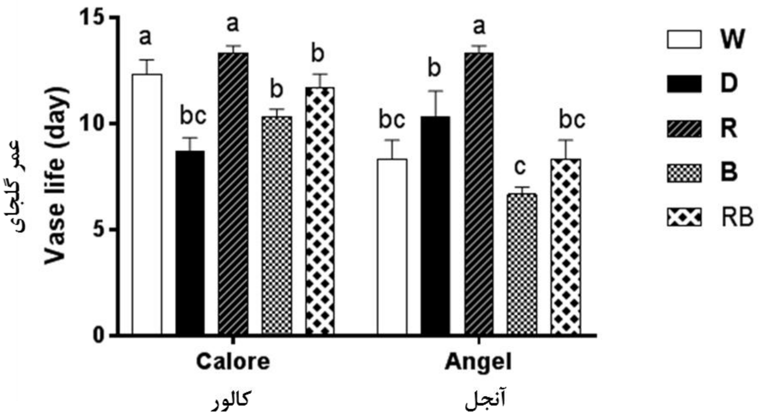
Figure 5- Spathe area after 14 days exposure to cold storage in white (Angel) and red (Calore) cultivars of anthurium cut flowers under different light spectra – White (W)– Dark (D)– Red (R)– Blue (B)–Combination of red and blue (RB). (Duncan's multiple range test, $p≤0.05$).

همانطور که در شکل ۵ ملاحظه می‌شود سطح اسپات در سطح پنج درصد تحت تأثیر برهمکنش رقم × طیف نور قرار گرفت. در هر دو رقم بالاترین سطح اسپات در تیمار نور قرمز مشاهده شد. کم‌ترین سطح اسپات در رقم 'Calore' در اسپات‌های قرار گرفته تحت نور قرمز-آبی و در رقم 'Angel' کم‌ترین سطح اسپات تحت نور سفید مشاهده شد. در مطالعه‌ای که الیاس و همکاران در سال ۲۰۰۸ انجام

دادند، به این نتیجه رسیدند که بین سطح اسپات و تراکم روزنه و همچنین قطر دمگل ارتباط مثبتی وجود دارد، اما بین سایر خصوصیات ارتباط معناداری وجود ندارد (۷).

طول عمر (Vase Life)

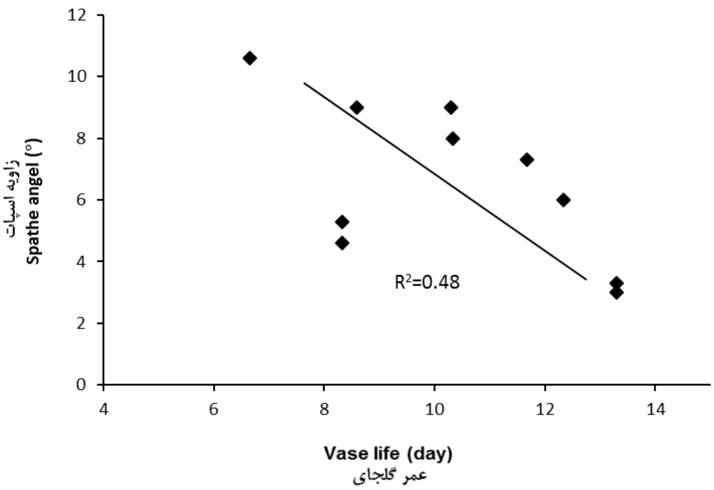
با توجه به آنچه در شکل ۶ مشاهده می‌شود عمر گلجایی گل شاخه بریده آنتوریوم به‌صورت قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر برهمکنش رقم × طیف نور قرار گرفت ($p≤0.001$). در هر دو رقم بالاترین طول عمر گلجایی مربوط به اسپات‌های قرار گرفته تحت تیمار نور قرمز بودند. در مورد رقم قرمز بین تیمار نور قرمز و سفید اختلاف معنی داری مشاهده نشد. کوتاه‌ترین عمر گلجایی در رقم 'Calore' در تیمار تاریکی (شرایطی که هم اکنون در بسته‌بندی گل‌های شاخه بریده آنتوریم و ارسال آن‌ها به سایر شهرها اجرا می‌شود) و در رقم 'Angel' در تیمار نور آبی مشاهده شد. در رقم 'Calore' اسپات‌های قرار گرفته تحت نورهای سفید و آبی عمر گلجایی بیشتری نسبت به اسپات‌های قرار گرفته تحت نورهای مشابه در رقم 'Angel' داشتند. در رقم 'Angel' عمر گلجایی در نور قرمز بیش از دو برابر عمر گلجایی در نور آبی بود. نشان داده شده است که قرار دادن گل‌های شاخه بریده در تاریکی و در شرایط انبار سرد باعث کاهش عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده می‌شود (۲۷). اما در این بین تیمارهای مواد شیمیایی زیادی جهت بهبود مقاومت به سرما در گل شاخه بریده آنتوریوم مورد استفاده قرار گرفته است که از جمله این تیمارها می توان به کاربرد کلسیم، گاما آمینوبوتیریک اسید و اسید سالیسیلیک اشاره نمود (۱۳، ۲۰ و ۲۲). در گل‌های آنتوریوم رقم 'Angel' با اسپات سفید رنگ که در دمای ۴ و ۱۳ درجه به همراه کلرید کلسیم نگهداری شده بودند، قهوه‌ای شدن اسپادیکس اولین نشانه‌ی سرمازدگی بود که دو روز بعد از نگهداری در دمای ۴ درجه مشاهده شد. (۱۳). تاکنون تحقیقی در مورد اثر طیف نور بر کیفیت گل و یا میوه در مرحله پس از برداشت صورت نگرفته است و فقط تحقیقاتی در مورد وجود یا عدم وجود نور بر عمر و کیفیت پس از برداشت برخی از سبزیجات صورت گرفته است. به‌عنوان مثال قرار دادن کرفس و کاهو در معرض نور در مرحله پس از برداشت باعث شد قهوه‌ای شدن به تعویق بیفتد و همچنین در کلم بروکلی نیز سبب تاخیر در زرد شدن گردید که در نتیجه سبب افزایش ماندگاری آن‌ها شد (۲، ۲۹ و ۳۰).



شکل ٦- عمر گلجای در رقم سفید (Angel) و رقم قرمز (Calore) گل شاخه بریده آنتوریوم در شرایط انبار سرد در تیمارهای نوری مختلف- ▭ تیمار نور سفید- ■ تیمار تاریکی- ▨ تیمار نور قرمز- ▩ تیمار نور آبی- ⊠ تیمار ترکیب نور آبی و قرمز. با استفاده از آزمون دانکن، $p≤0.001$

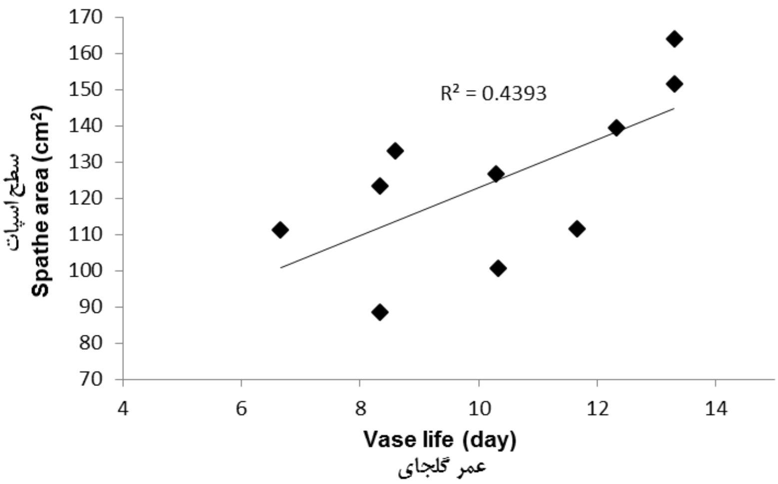
Figure 6- Vase life in white (Angel) and red (Calore) cultivars of anthurium cut flowers during exposure to cold storage under different light spectra – White (W)– Dark (D)– Red (R)– Blue (B)–Combination of red and blue (RB). (Duncan's multiple range test, $p≤0.001$).

با توجه به شکل ۷ رابطه منفی بین زاویه اسپات و طول عمر گل‌های شاخه بریده (R^2=0.48) وجود داشت. به طوری که افزایش زاویه اسپات باعث کاهش عمر گلجایی می‌شد. شکل ۸ نشان دهنده این است که رابطه مثبتی بین دو متغیر سطح اسپات و عمر گلجای برقرار است. یعنی هر چه سطح اسپات بیش‌تر باشد، عمر گل‌ها افزایش می‌یابد. در کل می‌توان به این نتیجه رسید که تیمار نور قرمز در هر دو رقم بالاترین طول عمر را داشته است. در آزمایشی که توسط الیاس در سال ۲۰۰۸ انجام شده نیز به این نتیجه رسیدند که بین سطح اسپات، تراکم روزنه و میزان طول عمر ارتباط معنی داری وجود دارد (۷). در تحقیقی دیگر نیز ارتباط مثبتی بین سطح اسپات و طول عمر مشاهده کردند (۵).



شکل ۷- رابطه بین زاویه اسپات و عمر گلجای در شاخه‌های گل آنتوریوم نگهداری شده در شرایط انبار سرد تحت طیف‌های مختلف نوری

Figure 7- Relationship between spathe angle and vase life in anthurium cut flowers during cold storage under different light spectra



شکل ۸- رابطه بین سطح اسپات و عمر گلجای در شاخه‌های گل آنتوریوم نگهداری شده در شرایط انبار سرد تحت طیف‌های مختلف نوری

Figure 8- Relationship between spathe area and vase life in anthurium cut flowers during cold storage under different light spectra

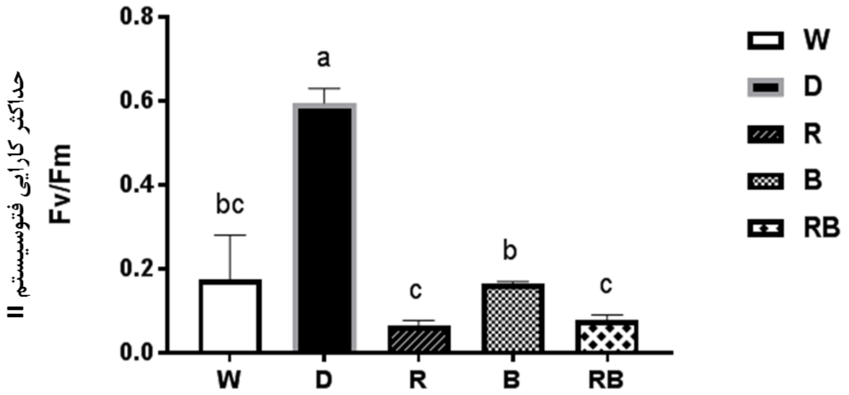
توصیه شده است که زنده‌مانی باید بر اساس اولین نشانه‌ی نکروزه شدن اسپادیکس باشد (۷)، اما در آزمایش مورد نظر مشاهده نمودیم که نحوه بروز علایم در تیمارهای نوری مختلف متفاوت است. برای مثال گل‌های شاخه بریده موجود در تاریکی بیش‌ترین علایم قهوه‌ای شدن را در اسپادیکس و در محل اتصال اسپادیکس به اسپات نشان داده‌اند، در حالی‌که در دیگر تیمارهای نوری به این صورت نبوده است و همچنین شدت بروز علایم بسته به ارقام متفاوت می باشد. پیری در گل‌ها به دلیل بالا رفتن سرعت تنفس هشت روز بعد از برداشت شروع می‌شود (۱۶). نشان داده شده است که تغییر در کیفیت نور در مرحله پیش از برداشت روی کیفیت گل‌های شاخه بریده اثرگذار می‌باشد، اما این اثر به رقم نیز بستگی دارد. در تحقیقی از نورهای مکمل ال ای دی و پرفشار سدیمی برای بررسی کیفیت گل رز استفاده شد. نتایج نشان داد گل‌هایی که در نور ال ای دی با ۲۰ درصد نور آبی و دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شده بودند، دارای طول عمر بهتر بوده و پیری گلبرگ‌ها نسبت به سایر تیمارها به تاخیر افتاد (۲۵). در آزمایش انجام شده و بر اساس اطلاعات موجود کم‌ترین طول عمر مربوط به رقم با اسپات سفید و نور آبی می‌باشد و بیشترین طول عمر مربوط به نور قرمز می‌باشد. در آزمایشات گذشته نیز به این نتیجه رسیده‌اند که طول عمر گل شاخه‌بریده بین ارقام متفاوت می‌باشد و این اختلاف در دمای معمولی از ۱۴ تا ۴۹ روز بسته

به رقم متفاوت می‌باشد (۷) همچنین در گزارشی دیگر (۱۷)، نشان داده شد که طول عمر بین ۸ تا ۶۹ روز در پس از برداشت متغیر بوده و وابسته به رقم می‌باشد. یکی از علایم کاهش طول عمر در گل‌های شاخه بریده رز استرس آب می‌باشد که تاریکی این موضوع را تشدید می‌نماید.

ارزیابی ویژگی‌های فتوسنتزی

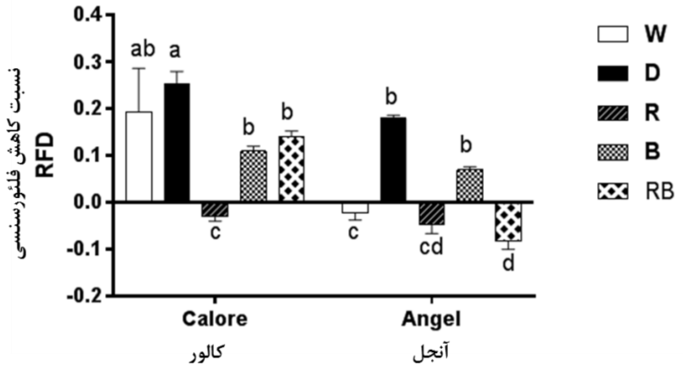
اسپات‌های گل آنتوریوم فاقد کلروفیل بودند و در نتیجه هیچ فلئورسنسی در سطح اسپات مشاهده نشد. اما دمگل عملکرد فتوسیستم II را نشان داد. وجود فعالیت فتوسنتزی در این اندام می تواند در تأمین مواد فتوسنتزی و در نتیجه در عمر گلجایی تأثیرگذار باشد. پتانسیل فتوسنتزی این اندام مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۹). حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm) گل شاخه بریده آنتوریوم به‌صورت قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر طیف نور قرار گرفت ($P\leq0.0001$). بالاترین مقدار Fv/Fm در تیمار تاریکی و کم‌ترین مقدار آن در تیمار قرمز و قرمز–آبی مشاهده شد. از طرفی نسبت کاهش فلئورسنسی (Rfd) گل شاخه بریده آنتوریوم به‌صورت قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر برهمکنش رقم و طیف نور قرار گرفت ($P\leq0.01$). در هر دو رقم بالاترین مقدار Rfd در تیمار تاریکی مشاهده گردید (شکل ۱۰). کم‌ترین مقدار Rfd در تیمار نوری قرمز و قرمز–آبی در رقم 'Angel' اندازه‌گیری شد. با توجه به شکل ۱۱ رابطه مشخصی بین Fv/Fm و عمر گلجای آنتوریوم مشاهده نشد.

این امر نشان‌دهنده این موضوع می‌باشد که فتوسنتز گل شاخه بریده آنتوریوم نقشی در حفظ کیفیت و طویل نمودن عمر گلجایی آن ندارد. بسیاری از گونه‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری زمانی‌که در معرض سرمازدگی قرار می‌گیرند، خصوصیات غشا تغییر کرده و تعادل متابولیسمی بهم خورده و با افزایش متابولیت‌های سمی، آسیب‌های ثانویه در گیاه ایجاد می‌شود. همچنین در دمای پایین کارایی انتقال انرژی به مرکز فتوسیستم II کاهش می‌یابد. دمای پایین علت اصلی تشکیل رادیکال‌های فعال اکسیژن می‌باشد. همچنین کاهش دما در حضور نور، به دلیل عدم تعادل بین دریافت نور و میزان انجام فتوسنتز، خطر اکسیداسیون نوری را افزایش می‌دهد (۲۴). با وجود آنکه گل‌های آنتوریوم برگ تغییر شکل یافته هستند اما نتایج آزمایش حاضر نشان داد که فاقد کلروفیل می‌باشند. علاوه بر گل‌های زینتی در سبزیجاتی مانند کاهو نیز نگهداری در دمای پائین سبب قهوه‌ای شدن بافت و از دست رفتن کیفیت می‌گردد، در آزمایشی با نور ثابت، نور متناوب (با شدت ۵۰ و ۱۵۰ میکرو مول) و همچنین تاریکی انجام گرفت و نشان داده شد که بهترین تیمار نور متناوب ۱۵۰ میکرومول و سپس ذخیره سازی در تاریکی می‌باشد. اگرچه این تیمار هنوز ایده آل نیست اما می‌تواند سبب حفظ کیفیت محصول با کاهش میزان قهوه ای شدن، گردد. از طرفی میزان کاهش وزن و تنفس در حد پایین مانده و مقدار فتوسنتز نیز در حد بالایی حفظ می‌گردد (۳).



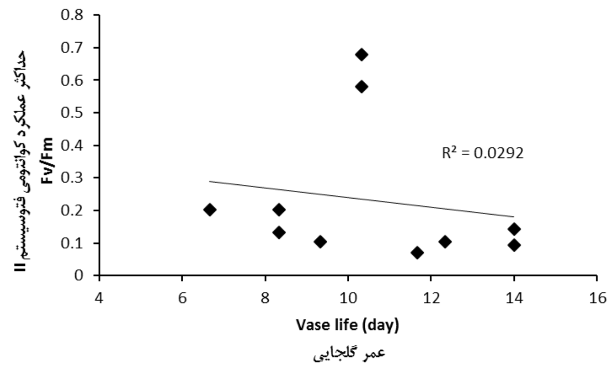
شکل ۹- حداکثر کارائی فتوسیستم II (Fv/Fm) برای گل شاخه بریده آنتوریوم در شرایط انبار سرد در تیمارهای نوری مختلف- ▭ تیمار نور سفید- ■ تیمار تاریکی- ▨ تیمار نور قرمز- ▩تیمار نور آبی- ▦ تیمار ترکیب نور آبی و قرمز. با استفاده از آزمون دانکن، *$p\leq0.05$*

Figure 9- Maximum quantum yield of photosystem II (Fv/Fm) for anthurium cut flowers during exposure to cold storage in different light treatments – White (W)– Dark (D)– Red (R)– Blue (B)–Combination of red and blue (RB). (Duncan's multiple range test, *$p\leq0.001$*).



شکل ۱۰- نسبت کاهش فلئورسنسی (RFD) در رقم سفید (Angel) و رقم قرمز (Calore) گل شاخه بریده آنتوریوم در شرایط انبار سرد در تیمارهای نوری مختلف- تیمار نور سفید- تیمار تاریکی- تیمار نور قرمز- تیمار نور آبی- تیمار ترکیب نور آبی و قرمز. با استفاده از آزمون دانکن، $p \le 0.05$

Figure 10 - Fluorescence decline ratio (RFD) in in white (Angel) and red (Calore) cultivars of anthurium cut flowers during exposure to cold storage in different light treatments – White (W)– Dark (D)– Red (R)– Blue (B)–Combination of red and blue (RB). (Duncan's multiple range test, $p \le 0.001$).



شکل ۱۱- رابطه بین حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم II و عمر گلجایی در شاخه‌های گل آنتوریوم نگهداری شده در شرایط انبار سرد تحت طیف‌های مختلف نوری

Figure 11- Relationship between maximum quantum yield of photosystem II (Fv/Fm) and vase life in anthurium cut flowers during cold storage under different light spectra

در مورد گل شاخه بریده آنتوریوم سایر خصوصیات اندازه‌گیری شده در این آزمایش اعم از قطر اسپات، قطر اسپادیکس، طول و عرض اسپات و اسپادیکس همانند سایر تحقیقات (۷) معنی‌دار نشده بودند. اطلاعات راجع به آناتومی و بررسی خصوصیات مورفولوژیک محدود است (۹)، با توجه به نمودارهای بالا رابطه‌ای بین فتوسنتز و عمر گلجایی وجود ندارد ولی با شاخص‌های مورفولوژیک مثل سطح اسپات و زاویه رابطه برقرار است.

همبستگی منفی بین پارامترهای عملکرد گل مانند تغییرات وزن گل و طول عمر آن‌ها با تبادلات گازی گل شاخه بریده در حین نگهداری در انبار سرد نشان داده شده است (۲۷). استفاده از باکتری کش‌ها عملکرد گل را بهتر می‌نماید اما در شرایط سرما این بهبود چندان حاصل نشد (۲۶). نگهداری گل‌های آنتوریوم در دمای پایین سبب افزایش فعالیت آنزیم PLD، افزایش اسیدهای چرب و در نتیجه پراکسیداسیون غشا شده که در نهایت به دلیل کاهش در سیالیت غشا، نشانه‌های سرمازدگی مشخص می‌شوند (۱). آزمایش انجام شده بر روی رقم 'Angel' گل شاخه بریده آنتوریوم در دماهای ۴ و ۱۳ درجه و استفاده از کلرید کلسیم نشان داد که نشانه‌های آسیب به اسپات در گل‌های موجود در دمای ۴ درجه نسبت به دمای ۱۳ درجه زودتر نمایان شدند. با وجود اینکه تجمع کلسیم در اسپادیکس به طور معنی‌داری بالاتر از اسپات بود، اما سبب به تاخیر افتادن نشانه‌های سرمازدگی در آن نشد (۱۳).

نتیجه‌گیری

قرار دادن گل شاخه بریده آنتوریوم در معرض طیف‌های مختلف نوری باعث تغییر در مورفولوژی و کیفیت آن در شرایط دمای پائین می‌شود. نور آبی دارای اثرات منفی بر مورفولوژی و کیفیت گل شاخه بریده آنتوریوم می‌باشد، اما نور قرمز باعث بهبود کیفیت گل آنتوریوم و کاهش اثرات منفی بر مورفولوژی گل آنتوریوم می‌گردد. اسپات آنتوریوم فاقد فعالیت فتوسنتزی ولی دمگل آن دارای فعالیت فتوسنتزی می‌باشد. بین عمر گلجایی آنتوریوم با صفات مورفولوژیکی رابطه وجود دارد ولی هیچ‌گونه رابطه معنی‌داری بین عمر گلجای آن و فعالیت فتوسنتزی گل شاخه بریده وجود ندارد. در مجموع، فراهم نمودن شرایط نوری مناسب سبب حفظ کیفیت گل‌های شاخه بریده در شرایط پس از برداشت در دمای پایین می‌شود.

منابع

1- Aghdam M.S., Naderi R., Jannatizadeh A., Sarcheshmeh M.A.A., and Babalar M. 2016. Enhancement of postharvest chilling tolerance of anthurium cut flowers by γ-aminobutyric acid (GABA) treatments. Scientia Horticulturae 198: 52-60.

2- Büchert AM., Gómez Lobato ME., Villarreal NM., Civello PM., and Martínez G.A. 2011. Effect of visible light treatments on postharvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture 91(2): 355-361.

3- Charles F., Nilpraprunck P., Roux D., and Sallanon H. 2018. Visible light as a new tool to maintain fresh-cut lettuce post-harvest quality. Postharvest Biology and Technology 135: 51-56.

4- Colquhoun TA., Schwieterman ML., Gilbert JL., Jaworski EA., Langer KM., Jones CR., Rushing GV., Hunte TM., Olmstead J., and Clark DG. 2013. Light modulation of volatile organic compounds from petunia flowers and select fruits. Postharvest Biology and Technology 86: 37-44.

5- Criley R., and Paull R. 1993. Postharvest handling of bold tropical cutflowers [recurso electrónico]: Aunthurium, Alpinia, Purpurata, Heliconia and Strelitzia. Journal of Dairy Science 79: 414-420.

6- De Simone S., Oka Y., and Inoue Y. 2000. Effect of light on root hair formation in *Arabidopsis thaliana* phytochrome-deficient mutants. Journal of Plant Research 113: 63-69.

7- Elibox W., and Umaharan P. 2008. Morphophysiological characteristics associated with vase life of cut flowers of anthurium. HortScience 43: 825-831.

8- Genty B., Briantais J-M., and Baker NR. 1989. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects 990: 87-92.

9- Higaki T., Rasmussen H., and Carpenter W. 1984. A study of some morphological and anatomical aspects of *Anthurium andreanum* Lind. Tropical Agriculture and Human Resource. University of Hawaii 12: 49-61.

10- Kamemoto H., and Kuehnle A.R. 1996. Breeding anthuriums in Hawaii. University of Hawaii press.

11- Kamemoto H., and Nakasone HY. 1963. Evaluation and improvement of anthurium clones. Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii 58: 28.

12- Kami C., Lorrain S., Hornitschek P., and Fankhauser C. 2010. Light-regulated plant growth and development, Current Topics in Developmental Biology 91: 29-66.

13- Ketrodsakul A., Choosung P., Penchaiya P., and Buanong M. Effect of calcium on chilling injury of Anthurium'Angel'cut flower. in III International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals 1131. 2015.

14- Li H., Tang C., Xu Z., Liu X., and Han X. 2012. Effects of different light sources on the growth of non-heading Chinese cabbage (*Brassica campestris* L.). Journal of Agricultural Science 4: 4:262.

15- Paradiso R., Meinen E., Snel J., Marcelis L., van Ieperen W., and Hogewoning S. 2009. Light use efficiency at different wavelengths in rose plants. International Symposium on High Technology for Greenhouse Systems: GreenSys 2009. 893.

16- Paull R., Chen NJ., and Deputy J. 1985. Physiological changes associated with senescence of cut anthurium flowers. Journal of the American Society for Horticultural Science (USA) 85: 112-125.

17- Paull RE., and Chantrachit T. 2001. Benzyladenine and the vase life of tropical ornamentals. Postharvest Biology and Technology 21: 303-310.

18- Promyou S., Ketsa S., and van Doorn WG. 2012. Salicylic acid alleviates chilling injury in anthurium (*Anthurium andraeanum* L.) flowers, Postharvest Biology and Technology 64: 104-110.

19- Quail PH. 2002. Phytochrome photosensory signalling networks. Nature Reviews Molecular Cell Biology 3: 85-93.

20- Soleimani Aghdam M., Jannatizadeh A., Sheikh-Assadi M., and Malekzadeh P. 2016. Alleviation of postharvest chilling injury in anthurium cut flowers by salicylic acid treatment. Scientia Horticulturae 202: 70-76.

21- Soleimani Aghdam M., Naderi R., Jannatizadeh A., Sarcheshmeh MAA., and Babalar M. 2016. Enhancement of postharvest chilling tolerance of anthurium cut flowers by γ-aminobutyric acid (GABA) treatments. Scientia

Horticulturae 198: 52-60.
22- Soleimani Aghdam M., Naderi R., Sarcheshmeh M.A.A., and Babalar M. 2015. Amelioration of postharvest chilling injury in anthurium cut flowers by γ-aminobutyric acid (GABA) treatments. Postharvest Biology and Technology 110: 70-76.
23- Sun Y., Qian M., Wu R., Niu Q., Teng Y., and Zhang D. 2014. Postharvest pigmentation in red Chinese sand pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai) in response to optimum light and temperature. Postharvest Biology and Technology 91: 64-71.
24- Tarigholeslam M., Kafi M., Nezami A., and Zarghami R. 2016. Effects of chilling stress on physiological and biochemical traits of three hybrid of Corn (*Zea mays* L) in seedling stage. Journal of Plant Research 29: 540-552.
25- Terfa M., Poudel M., Roro A., Gislerød H., Olsen J., and Torre S. 2012. Light emitting diodes with a high proportion of blue light affects external and internal quality parameters of pot roses differently than the traditional high pressure sodium lamp. VII International Symposium on Light in Horticultural Systems 956. 2012.
26- Woltering EJ., and Paillart MJ. 2018. Effect of cold storage on stomatal functionality, water relations and flower performance in cut roses. Postharvest Biology and Technology 136: 66-73.
28- Yu W., Liu Y., Song L., Jacobs DF., Du X., Ying Y., Shao Q., and Wu J. 2016. Effect of differential light quality on morphology, photosynthesis, and antioxidant enzyme activity in *Camptotheca acuminata* Seedlings. Journal of Plant Growth Regulation 10:1-13.
29- Zhan L., Hu J., Lim L-T., Pang L., Li Y., and Shao J. 2013. Light exposure inhibiting tissue browning and improving antioxidant capacity of fresh-cut celery (*Apium graveolens* var. dulce). Food Chemistry 141: 2473-2478.
30- Zhan L., Li Y., Hu J., Pang L., and Fan H. 2012. Browning inhibition and quality preservation of fresh-cut romaine lettuce exposed to high intensity light. Innovative Food Science & Emerging Technologies 14: 70-76.
31- Zhao D., Shen L., Fan B., Liu K., Yu M., Zheng Y., Ding Y., and Sheng J. 2009. Physiological and genetic properties of tomato fruits from 2 cultivars differing in chilling tolerance at cold storage. Journal of Food Science 74: 348-352.

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 13-24
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۲۴-۱۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effects of Light Spectra on Quality, Morphology and Photosynthesis Characteristics of Anthurium (*Anthurium andraeanum*) Cut Flower under Cold Storage Condition

Z. Falahi[1]– S. Aliniaeifard[2]*– M. Arab[3]– Sh. Dianati Daylami[4]
Received: 09-04-2019
Accepted: 06-01-2021

Introduction: Postharvest handling of tropical flowers is usually difficult due to their sensitivity to cold temperatures. Anthurium (*Anthurium andraeanum*) is a tropical plant used in ornamental industry for its beautiful spathe and leaves. It can be produced in wide ranges of climates; in locations far away from their original habitats in greenhouses. Although, anthurium has long vase life compared to other cut flowers, postharvest exposure to cold temperatures makes some restrictions on its desirable vase life. This study aimed to investigate the effects of different light spectra on postharvest performance of anthurium cut flowers.

Materials and Methods: Cut flowers of *Anthurium andraeanum* cultivars with red ('Calore') and white ('Angel') spathes were obtained from a commercial anthurium greenhouse on the morning. Anthurium cut flowers were harvested when 40-50% of the spadix true flowers were fully opened. Each flower was placed in closed flasks containing 500 mL water. Sixty flasks with cut flowers (30 cut flowers from each cultivar) were placed into chambers with exactly similar conditions but with different light spectra including white (W), blue (B), red (R) and 70% R+30% B (RB) provided by LED production modules and darkness. Each flower under light spectra was inspected and the vase life of the all flowers, change in spathe angel, spathe area, maximum quantum yield of photosystem II (Fv/Fm) and fluorescence decline ratio (RFD) were measured during 14 days exposure to 4 °C storage.

Results and Discussion: Spathe 'angel' seven and 14 days following exposure to cold storage was dramatically increased in B light while the lowest changes were observed in R light of the both cultivars. Vase life of anthurium cut flowers were significantly ($P \leq 0.01$) influenced by the interaction between light spectra and cultivars. Among the light spectra, the longest vase life were observed in spathes exposed to R light in both cultivars. In 'Angel', exposure to B light dramatically shortened the vase life of anthurium cut flowers in comparison with the other light spectra. A positive relationship was detected between spathe area and vase life of cut flowers, while the relationship between spathe 'angel' and vase life was negative. No photosynthetic activity was detected on the spathe of anthurium, but the peduncle of anthurium showed the photosynthetic activity. The highest Fv/Fm and RFD values were detected in darkness and the lowest values for Fv/Fm and RFD were observed in R and RB-exposed spathes. No relationships was observed between the photosynthetic activities and the vase life of anthurium cut flowers. Although there are some reports confirmed the importance of plant growth under different light spectra on its postharvest quality, there is no report regarding the effects of light spectra on the quality of cut flowers in postharvest stage. Similar to anthurium, some reports indicated that there is no relationship between the photosynthesis and the quality of harvested products.

Conclusion: Exposure of anthurium cut flowers to different light spectra resulted in alterations of morphology and quality during exposure to low temperatures. B spectrum had strong negative effects on the morphology and quality of anthurium cut flowers, while exposure to R light resulted in improvement of quality of anthurium cut flowers with less negative effects on their morphology. Spathe of anthurium had no photosynthetic activity, while its peduncle showed the photosynthetic activity. There were significant relationships between morphology and vase life of anthurium cut flowers, while no relationships were found between photosynthetic activity and their vase life. In conclusion, lighting environment during postharvest of anthurium cut flowers should be take into account for keeping their quality under low temperature conditions. Red light spectrum was introduced as the best light treatment to reduce chilling injury, increase the vase life and maintain the quality of anthurium cut flowers in both cultivars.

Keywords: Anthurium, Chilling stress, Light, Quality, Vase life

1, 2, 3 and 4- Graduate M.Sc. Student and Assistant Professors, Department of Horticulture, Aburaihan Campus, University of Tehran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: aliniaeifard@ut.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2021.60521.0